

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-396830

出 願 人

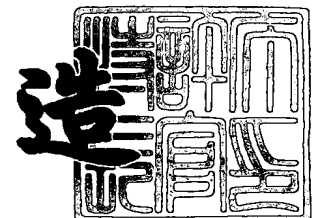
Applicant(s):

ソニー株式会社

2001年11月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3098254

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000962505

【提出日】 平成12年12月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01H 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 滝口 清昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 中村 隆昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 會田 一彦

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100104880

【弁理士】

【氏名又は名称】 古部 次郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100100077

【弁理士】

【氏名又は名称】 大場 充

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081504

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0005160

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 歩行検出システム、歩行検出装置、デバイス、歩行検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 歩行者が歩行するときに発する振動を採集して電気信号に変換するマイクロフォンと、

前記マイクロフォンから転送された電気信号に基づき、所定の周波数以下に対応した信号の変化を解析して歩行者の歩行を検出し、歩行に関する情報を生成する解析部と、

前記歩行に関する情報を出力する出力部と、
を備えることを特徴とする歩行検出システム。

【請求項 2】 前記解析部は、100Hz以下の周波数帯域における信号の継続時間と周波数強度の少なくともいずれか一方に基づき、歩行者の歩行態様を判定することを特徴とする請求項 1 記載の歩行検出システム。

【請求項 3】 前記解析部は、当該解析部で検出した歩行周期と予め入力された歩行者の身長とに基づき、歩行者の歩幅を推定することを特徴とする請求項 1 記載の歩行検出システム。

【請求項 4】 前記解析部は、前記歩幅と当該解析部で検出した歩数とから、歩行者の移動量を推定することを特徴とする請求項 3 記載の歩行検出システム。

【請求項 5】 歩行者が歩行するときに当該歩行者の体を伝わる振動に基づく信号の周波数を解析し、前記歩行者の歩行を検出する解析部と、

前記解析部で検出された歩行に関する情報を出力する出力部と、
を備えることを特徴とする歩行検出装置。

【請求項 6】 所定の周波数帯域の信号のみを通過させるフィルタをさらに備え、

前記解析部は、前記フィルタを通過した信号の有無に基づき、歩行者の歩行を検出することを特徴とする請求項 5 記載の歩行検出装置。

【請求項 7】 歩行モデルパターンに対応した信号データを格納したデータ

格納部をさらに備え、

前記解析部は、信号を解析するときに、当該信号を前記データ格納部に格納された信号データと比較し、前記信号のパターンが前記信号データと合致するか否かを判定することを特徴とする請求項 5 記載の歩行検出装置。

【請求項 8】 歩行者が歩行するときに当該歩行者の歩行周期を得る検出部と、

前記検出部で得られた前記歩行周期および外部から入力される当該歩行者の身長から、当該歩行者の歩幅を推定する歩幅推定部と、
を備えることを特徴とする歩行検出装置。

【請求項 9】 ユーザに装着されるデバイスであって、
周囲の音を採集して電気信号に変換するマイクロフォンと、
前記マイクロフォンから転送された電気信号に基づき、所定の周波数以下に対応した信号の変化を解析して、ユーザの歩行を検出する解析部と、
前記解析部で検出された歩行に関する情報を文字で出力する表示部と、
を備えることを特徴とするデバイス。

【請求項 10】 前記解析部は、ユーザが歩行したときの歩数を検出することを特徴とする請求項 9 記載のデバイス。

【請求項 11】 歩行者の歩行時に当該歩行者の体を伝わる振動のうち、100Hz 以下の周波数帯域の成分を検出し、
検出された成分を信号に変換し、当該信号を解析して歩行者の歩行を検出することを特徴とする歩行検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、歩行検出システム、歩行検出装置、デバイス、歩行検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

歩行者の歩行を検出する方式として、振動子を内蔵し、歩行時におけるこの振

動子の振動を検出する、いわゆる万歩計方式のものがある。

また他の検出方式として、振動子に代えて加速度センサやジャイロセンサを内蔵し、これらのセンサで検出される加速度から、振動（運動）を検出し、これによって歩行を検出するものもある。

【 0 0 0 3 】

上記したような方式で検出した歩行者の歩行は、万歩計のように単なる歩数のカウントに用いられる他、例えば、検出した歩行から歩行者の移動量を推測するものがある。これは、GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）を利用したナビゲーション装置において、GPS衛星から得られる電波に基づいて測位した位置を歩行者の移動量に基づいて補正する、いわゆる自律航法を行なう場合等に用いられる。従来、このような場合には、歩行者の歩行周波数（単位時間あたりの歩数）と身長との2つのパラメータが歩幅に相関することを利用して、歩幅の推測を行なっている。

【 0 0 0 4 】

さらに、検出した歩行に基づき、歩行検出対象を識別する技術も提案されている。このような場合、上記したような方式の他、足音を検出することによって歩行を検出するものがある。例えば馬が歩行する際に蹄が地面に接する時の音をマイクロフォンで採集し、この音から得られる歩行態様から個体を識別するのである（特開 2 0 0 0 - 1 9 3 5 2 0 号公報）。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような歩行の検出には、以下に示すような問題が存在する。

まず、万歩計のような振動子を内蔵したメカニカルな方式では、歩行時以外であっても、振動子が動作するだけの振動が入力されれば、歩数がカウントされることになるため、計測精度が低い。

【 0 0 0 6 】

また、振動子を内蔵した方式、加速度センサやジャイロセンサを用いる方式の双方とも、検出精度を高めるには、歩行者の腰等、特定の箇所に確実に取り付け

なければならなかった。さらに、加速度センサやジャイロセンサを用いる方式の場合、センサの向きによって検出結果が異なるため、歩行者にセットしてからセンサの軸方向の検出を行わなければならない、検出に手間がかかったり、プログラムや回路の構成が複雑になる。さらに、歩行に際する歩行者の複雑な動きを高精度で検出するには、多軸の加速度センサが必要となり、構成の複雑化および高コスト化を招く。

【0007】

また、加速度センサやジャイロセンサで検出する振動や、マイクロフォンで採集する音から歩行を検出する場合、検出される波形を処理することによって、1歩1歩の歩行を検出する。この場合、歩行の際に発生する波形のピークを単純にカウントするものもあれば、波形の時系列的な変化をフーリエ変換やウェーブレット変換することによって、周波数の強度スペクトルパターンに変換し、そのパターンを解析することによって歩行を検出するものもある。

しかし、歩行を実際に検出する環境には、例えば歩行者が車両に搭乗している場合に車両側で発生するノイズ等、歩行者以外の外部から混入するノイズが存在する。このため、いずれの方式で歩行の検出を行なうにしても、これらのノイズがその検出精度（解析精度）に大きく影響する。加えて、馬等の動物の歩行を検出する場合はまだしも、人間の歩行を検出する場合、外部からのノイズの混入により、マイクロフォンで採集した音から歩行態様を解析し、個体（歩行者）を識別することは不可能であったと言わざるを得ない。

【0008】

また、波形のピークを単純にカウントする場合はもちろんのこと、波形をフーリエ変換する場合にも、情報から時間成分が失われてしまうため、歩行者の様々な歩行態様、例えば通常歩行以外の早足、階段の上り下り等を正確に把握することはできなかった。波形をウェーブレット変換する場合、1歩歩くのに必要な動作所要時間を予め設定し、1歩に要する時間よりも長い時間の窓関数で検出波形を切り出し、周波数解析することによって1歩分の周波数スペクトルを得ていた。しかし、これでは処理が煩雑であるばかりでなく、動作所要時間や窓関数の設定よりも、実際1歩にかかった時間の方が長くなった場合、正しい処理自体が行

なえないこともある。

【 0 0 0 9 】

また、歩行者の歩行から移動量を推測する場合、歩行者の歩調と身長から歩幅の推測を行なうが、従来の方式では、上記したように歩行の検出精度自体が十分に高いとは言えないのが現状であり、さらに、歩行者が通常歩行以外のパターン、例えば歩幅を広くして大また歩きをした場合や、駆け足、階段の上り下り等を行なった場合等の識別も当然のことながら困難であるため、歩幅の正確な検出、つまり正確な移動量の推測を行なうことも難しかった。

【 0 0 1 0 】

この他、例えば腕時計等、歩行の検出を本来の目的としていないデバイスに歩行検出機能を備えようとした場合には、上記の方式では振動子、加速度センサ、ジャイロセンサ等を追加する必要があるため、デバイスが大型化・複雑化してしまうという問題も生じる。

本発明は、このような技術的課題に基づいてなされたもので、歩行を高精度で検出することができる歩行検出システム、歩行検出装置、デバイス、歩行検出方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

かかる目的のもと、本発明の歩行検出システムは、マイクロフォンで採集された歩行者が歩行するときに発する振動から得られる電気信号のうち、所定の周波数以下に対応した信号の変化を解析部で解析することによって、歩行者の歩行を検出して歩行に関する情報を生成し、これを例えば文字や音声等の形態で出力部から出力することができる。

ここで、歩行者が歩行するときに発する振動とは、歩行時に歩行者の体を伝わる振動、空気中や体を伝わる音等である。

なお、このような歩行検出システムは、マイクロフォンと解析部と出力部とを一体化した構成の装置としても良いし、また、歩行者にセットするマイクロフォンのみを、解析部と出力部とは別体にしたシステム構成とし、解析部と出力部とで歩行検出装置を構成することも可能である。この場合、マイクロフォンと解析

部との間では、接続コードや、電波・赤外線等の無線通信手段等によって信号を送信することができる。

【0012】

ここで、歩行者の歩行に際しては、歩行運動は、足の着地や対地運動時に由来する衝撃や、足部各関節や骨格、筋肉への伝導や運動により、100Hz以下の周波数領域において、特徴的な振動が生じている。この振動は歩行者の体を伝わるので、この振動をマイクロフォンで採集するのである。このため、少なくともマイクロフォンは、歩行者の体に近接させてセットするのが好ましい。

【0013】

マイクロフォンから出力された電気信号を解析することによって得られる歩行に関する情報としては、もっとも単純には、歩行者の歩数がある。

また、マイクロフォンから出力された電気信号を周波数の強度スペクトルパターンに変換すると、得られた強度スペクトルパターン（スペクトログラム）には、足の着地や対地運動時に由来する衝撃や、足部各関節や骨格、筋肉への伝導や運動により、声のフォルマント構造や声紋等のように、自己組織的で複雑な時間・周波数・強度パターンが生じる。これを利用し、歩行者の歩行態様、例えば早歩き、階段の上り下り等を識別したり、あるいは複数の歩行者の判別を行なうこともできる。

これには、歩行時に歩行者の踵が接地してからつま先が離れるまでの対地運動の継続時間や、足が接地するときの衝撃、踵とつま先の接地するタイミングや衝撃の強弱等を判断基準とすることができる。このような判断を行なうには、100Hz以下の周波数帯域における信号の継続時間と、周波数強度の少なくともいずれか一方に基づき、解析部で信号を解析するのが有効である。

【0014】

さらに、複数の歩行者の歩行モデルパターンや、同一の歩行者の様々な歩行モデルパターン（通常歩行、早歩き、階段上り下り）等に対応した信号データをデータ格納部に予め格納しておけば、信号を解析するときに、データ格納部に格納された信号データと比較して、信号のパターンが信号データと合致するか否かを判定することができる。このようにすれば、歩行態様の特定その他、歩行者の特定

、あるいは登録された歩行者であるか否かといったいわゆる個人認証を行なうことができる。

【0015】

また、解析部で歩行周期を検出すれば、この歩行周期と予め入力された歩行者の身長とに基づき、歩行者の歩幅を推定することもできる。さらに、この歩幅と、カウントした歩数とから、歩行者の移動量を推定することも可能となる。

【0016】

ところで、解析部で解析を行なうときには、歩行に際して振動が生じる特徴的な周波数帯域のみを用い、その周波数帯域の信号の有無、あるいは強弱等によって、解析を行なうこともできる。この場合、特徴的な周波数帯域のみの信号を通過させるフィルタを備える。ここで、特徴的な周波数帯域は、例えば100Hz以下、さらには40Hz以下とするのが好ましい。

【0017】

本発明は、マイクロフォンと、解析部と、解析部で検出された歩行に関する情報を文字で出力する表示部とを備える、ユーザの体や着衣等に装着されるデバイスとして捉えることもできる。このようなデバイスとしては、腕時計、腕時計型万歩計等が考えられる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に示す第一乃至第三の実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

【第一の実施の形態：歩行検出】

図1は、本実施の形態における歩行検出装置（歩行検出システム）の基本的な構成を説明するための図である。この図1に示すように、歩行検出装置は、周囲の音を採集して電気信号に変換するマイクロフォン10と、決められた周波数以下の信号のみを通過させるローパスフィルタ11と、マイクロフォン10で集音され、ローパスフィルタ11を通過した音をA/D変換してデジタル波形に変換する変換器12と、後述の如く、変換器12で変換した波形を解析することによって歩行を検出する解析部（検出部）13と、解析部13での解析に用いるデー

タを格納したデータベース（データ格納部）14と、解析部13での検出結果を例えば文字等の視覚情報として出力するモニタ等の出力部15とを備えている。

【0019】

マイクロフォン10では、当該マイクロフォン10で採集可能な全周波数帯域の音（振動）を採集する。ここでは、マイクロフォン10で周囲の音を採集することにより、歩行時に発生して歩行者の体を伝わる振動や、空気中を伝わる音を採集するのである。通常、携帯型電話端末のマイクロフォン等においては、可聴領域外（例えば20Hz以下と20000Hz以上）の周波数帯域の信号をバンドパスフィルタによってカットしているが、本実施の形態では、マイクロフォン10から出力される信号は、ローパスフィルタ11によって、決められた周波数、例えば200Hz以下の信号のみを通過させ、200Hzよりも高い周波数帯域の成分、いわゆる音声信号と分離する。そして、解析部13では、決められた周波数以下の成分の信号について解析を行なう。

【0020】

次に、解析部13で、マイクロフォン10で採集した音に基づいた解析を行なうに際しての基本的な概念を説明する。

すなわち、歩行者が歩行して左足と右足を交互に着地させたときの振動（音）をマイクロフォン10で採集し、この振動を変換器12でA/D変換してデジタル信号にした後、この信号（電圧）をウェーブレット変換すると、図2に示すような、周波数の強度スペクトルパターンであるスペクトログラムが得られる。

【0021】

ここで、図2に示すものは、同一の歩行者が通常に歩行した場合のスペクトログラムである。なお、ここで言う「通常」とは、平坦地を歩行者が早足でもなく遅足でもなく、特にペースを意識することなく歩行した場合である。この図2に示すように、人間の歩行時には、足の着地や足の対地運動時に由来する衝撃、腰・股関節・膝関節・踝・足趾等の足部各関節や骨格、筋肉への伝導や運動により、可聴領域（約20～20000Hz）の下限に近い100Hz程度以下、より詳しくは例えば30～40Hz以下の低周波帯域近辺に、特徴的な時間・周波数・強度のパターンが発生する。本実施の形態では、この低周波帯域成分のパター

ンを解析することにより、歩行検出を行なうのである。

【 0 0 2 2 】

人間の歩行動作は、踵が着地（Heel-Strike）からつま先が離れる（Toe-Off）までの対地運動と、Toe-Offから踵の着地までの蹴りだし運動の2つのフェーズに分けることができる。

そして、対地運動時における足底面の着地は、踵から始まり、足の外側部（外縦足弓部）を經由し、小指の付け根（第5指中足骨底）から方向を変えて親指の付け根（第1指中足骨底）まで順次行なわれる。この対地運動に伴う接地衝撃は、各関節や筋肉、脂肪層で吸収されるが、低周波成分の一部がこれらと共振し、人体を伝導して、図2のスペクトログラムで表されるような、複雑な時間・周波数・強度パターンを有した低周波帯域の振動を発するのである。

【 0 0 2 3 】

図2に示す歩行者の例を用いて、歩行時に発生する低周波帯域の成分を詳細に検討してみる。図2において、（ア）の部分には明確なピークが出現しており、各ピークが歩行の一步一步に対応している。

図2に示したスペクトログラムをさらに詳細に検討すると、横軸方向の（イ）で示す範囲が右足の対地運動時間、（ウ）で示す範囲が左足の対地運動時間、（エ）で示す範囲が、接地する足が右足から左足に変わるときのギャップ時間、（オ）で示す範囲が、接地する足が左足から右足に変わるときのギャップ時間である。これら（イ）、（ウ）、（エ）、（オ）の時間の長さからなる時間的特性により、歩行者の歩行態様を特徴付けることができる。

【 0 0 2 4 】

また、図2に示したスペクトログラムを周波数強度（信号強度）で検討してみる。ここで、スペクトログラムで、色の濃い部分ほど周波数強度が高く、色の薄い部分ほど周波数強度が低い。また、図3は、このようなスペクトログラムを3次元的に表現した図であり、高く盛り上がっているところほど周波数強度が高いことを示している。このようなスペクトログラムを観察すると、図2では、例えば、一步一步のスペクトログラムで、（カ）、（キ）に示す部分で周波数強度が特に高くなっている。ここで、個人差はあるものの、周波数の高い（カ）の部分は

踵が接地するとき、周波数が低い（キ）の部分はつま先が接地するときに発生する振動（音）によるものである。また歩行時には、踵がつま先よりも先に接地するため、（カ）の部分と（キ）の部分には厳密には時間差が存在する。

なお、この図2において、右足に比較し、左足の周波数強度が低いのは、利き足や、マイクロフォン10をセットする側等の関係によるものである。つまり、一般に、利き足の方が周波数強度は強く、反対側の足の周波数強度は弱い。このような場合、マイクロフォン10を利き足側にセットした場合、距離的に離れている反対側の足の周波数強度が顕著に弱くなってしまうことがあるのである。

【0025】

このようなスペクトログラムの特徴点は、歩行者の一人一人に同様に存在する。図4に示したスペクトログラムは、複数の歩行者A、B、C、Dの通常歩行時のもので、これらにも、図2と同様の（ア）～（キ）に示したような特徴点が現れているものの、特に、一人一人、（イ）、（ウ）、（エ）の時間の長さや、（カ）、（キ）に現れる周波数帯域や強度が異なっている。

【0026】

また、図5は、同一の歩行者が、様々な歩行態様で歩行したときのスペクトログラムである。図5の（a）は、その場で足踏みしたとき、（b）は遅歩き、（c）は通常歩行、（d）は早歩き、（e）はジョギング、（f）は階段上り、（g）は階段下り、（h）は電車内を歩行したときに検出されるスペクトログラムである。

これらの歩行態様のスペクトログラムを比較してみると、歩行周期が異なる図5の（b）、（c）、（d）では、（イ）、（ウ）の対地運動時間が異なっている（速く歩けば歩くほど短くなる）。

また、図5（e）のジョギングでは、他に比較し、周波数強度の強い範囲が周波数の高い領域にまで及んでおり、また信号のピーク周波数（ア）も高くなっている。

図5（f）の階段上りでは、足を接地したときの周波数強度（カ）、（キ）が弱くなっている。これは、足を持ち上げて階段面に接地するため、接地時の衝撃

が平坦面での歩行時よりも弱くなるからである。加えて、階段を上るときには、つま先の接地が主であり、特に（カ）の踵の接地時の周波数強度が弱くなっている。また、図 5（f）と（g）の階段の上りと下りを比較すれば、特に階段の下りの場合に、有意に高い周波数帯域までバンドが伸びている。これは、足の受ける衝撃に応じて高い周波数帯域にもエネルギー Spektrum が発生していることを意味する。一方、図 5（g）の階段下り時には、つま先が踵よりも先行して設置するため、（キ）のつま先の接地時の周波数強度が強くなっている。

また、従来はノイズ等により検出が困難であった電車内における歩行も、図 5（h）に示すように、検出できるようになっている。この場合、（ア）の信号ピークが他よりも著しく低いことや、（カ）、（キ）の踵やつま先接地時の周波数強度が低いことから、慎重に歩行しているという特徴が抽出できる。このとき、外部からのノイズは、図 5 に示した周波数帯域よりも高いものがほとんどなので、ノイズに阻害されることなく、特徴の抽出が行なえる。

【 0 0 2 7 】

さて、上記したように、マイクロフォン 10 で採集した歩行時の振動（音）から得られる信号に基づき、歩行やそのパターン等を検出することのできる様々な処理の例について以下に説明する。

まず、図 6 に示す処理は、図 2 に示したスペクトログラムのピーク（ア）によって、単位時間あたりの歩数を検出するものである。

これにはまず、マイクロフォン 10 から出力される信号を変換器 12 で A/D 変換することによって得られる信号 $w(t)$ から、ローパスフィルタ 11 によって所定周波数以上の信号、つまり通常の音声信号を除去し、信号 $w'(t)$ を得る（ステップ S101）。ここで、 t は時刻（変数）である。

次いで、解析部 13 にて、単位時間 T （任意に設定）について、信号 $w'(t)$ のピークをカウントする（ステップ S102）。ただしここで、 $t \in T$ である。

その結果、単位時間 T あたりのピークの数から、単位時間 T あたりの歩数を決定する（ステップ S103）。このように、単位時間 T あたりの歩数を検出すれば、通常方向や早足といった歩行態様を判別することも可能である。

この後は、出力部 1 5 で、検出した単位時間 T あたりの歩数等の情報を出力するのである。

【 0 0 2 8 】

ところで、図 2 のスペクトログラムからわかるように、前記した一連の対地運動に伴い、通常歩行では可聴領域外の低周波から可聴領域に及ぶ広帯域にわたるバンド状のパターンが、1 歩あたり約 1 秒程度継続する。また、このバンド状の時間・周波数・強度パターンの中に、足底各部の対地運動に対応したそれぞれ異なる周波数域の強度スペクトルが見られる。

図 7 に示す処理では、このスペクトログラムにおける時間・周波数・強度から得られる足底部の一步一步の対地運動継続時間（図 2 の（イ）、（ウ））から、単位時間あたりの歩数を求める。またこのとき、図 2 に示したように、周波数強度が一定以上の時間、左右の足底面の着地時間に応じて継続することと、時間・周波数・強度のスペクトログラムが歩行特有のパターンを描く（これらのデータはデータベース 1 4 に予め格納されている）ことを利用して、単位時間あたりの歩数や歩行周期を検出するとともに、これらの時間・周波数・強度の特性から、例えば歩行者の手が体にぶつかる等の歩行以外の衝撃や、車両等に起因する外来のノイズを歩行による音と区別する。

【 0 0 2 9 】

これにはまず、マイクロフォン 1 0 からの信号を変換器 1 2 で A/D 変換して得られた信号 $w(t)$ から、ローパスフィルタ 1 1 によって所定周波数以上の信号、つまり通常の音声信号を除去し、信号 $w'(t)$ を得る（ステップ S 2 0 1 ）。

そして、解析部 1 3 にて、この信号 $w'(t)$ を、時間と周波数の強度の関数式 $p(t, f)$ に変換する（ステップ S 2 0 2 ）。

続いて関数式 $p(t, f)$ を予め設定した周波数帯域 B に対して積分し、周波数強度 α に対する関係から歩行者のステータスを決定する。ここで積分値 $L_B(t)$ が周波数強度 α より大きければ、歩行者のステータス： $status(t)$ を「着地状態」とし、積分値 $L_B(t)$ が周波数強度 α 以下であれば、歩行者のステータスを「通常状態」、つまり「着地状態」ではない状態とする（ステップ

S203)。

【0030】

この後、新たな信号が微小時間毎に入力される度に、続くステップS204を実行する。このステップS204では、その時点での時刻 t における信号が、歩行に起因しない信号、つまり図2に示したような歩行特有の特徴点（パターン、強度分布）を有した信号でなく、かつステップS203で「着地状態」と判定されているか否かを判断する（ステップS204）。その結果、この条件を満たす場合には、誤判定であるとして、歩行者のステータスと「着地状態」に変更する（ステップS205）。一方、ステップS204の条件を満たさない場合、歩行者のステータスを変更しない。

このようにして、信号が入力される度にその時点での歩行者のステータス $status(t)$ を判定し、直前のステータス $status(t-1)$ に対し、「通常状態」から「着地状態」に変化した場合には、着地回数を1回カウントする（ステップS206）。

この着地回数のカウント値から、単位時間あたりの着地回数を算出すれば、単位時間あたりの歩数 s を得ることができ、さらに、単位時間を歩数 s で除算すれば、歩行周期を得ることができる（ステップS207）。

このように、図7に示した処理方法では、図6に示した単純に信号のピークを検出する方法と比較し、一步一步の対地運動の継続時間そのものを厳密に検出できるため、より精度が高く応用性のある情報を得ることができる。

【0031】

次に、図5に示したような様々な歩行態様の特徴に基づき、マイクロフォン10で採集した音から歩行者の歩行態様を認識する場合を示す。この場合、データベース14に、予め、様々な歩行態様の特徴点のデータを格納しておく。

図8に示すように、解析部13では、図7のステップS201～S202と同様にして得た時間と周波数の強度の関数式 $p(t, f)$ から、検出した歩行の特徴パターン W を得る（ステップS301）。

そして、得られた特徴パターン W について、データベース14を参照し、このデータベース14に格納されている様々な特徴パターン W_k 、例えば遅歩きの特

徴パターン W_1 、普通歩きの特徴パターン W_2 、早歩きの特徴パターン W_3 、…等とのパターン認識処理を行なう。これには、例えば特徴パターン W_k と、データベース14に格納された各特徴パターン W_k とのマハラノビス距離の演算等を行なって、特徴パターン W との差分 d_k を求める（ステップS302）。

そして、各特徴パターン W_k との差分 d_k のうち、最小のものを検索し（ステップS303）、差分 d_k が最小の特徴パターン W_k から、歩行者の歩行態様を推定する（ステップ304）。

【0032】

上述したような歩行検出装置によれば、マイクロフォン10で、歩行時に体内を伝わってくる低周波帯域の成分を採集し、この音から歩行の検出を行なうようにした。このように低周波帯域の成分を利用して歩行検出を行なうことにより、他のノイズとの識別を確実に行なうことができ、精度の高い検出結果を得ることができる。

また、検出した振動（音）を解析することにより、足底部の対地運動時間や、周波数強度等から、歩行態様を識別することも可能である。さらに、2歩目以降であれば、歩調の変化をリアルタイムで捕捉することもできる。

さらに、従来のような加速度センサやジャイロセンサではなく、マイクロフォン10を用いるので、消費電力が少ないというメリットも得られる。

【0033】

ところで、上記したような各歩行検出処理は、図1に示したような装置構成によって実現されるが、より簡易な構成として、図9に示すような歩行検出装置もある。

図9に示す歩行検出装置は、周囲の音を採集するマイクロフォン10と、特定の周波数帯域の信号のみを通過させるバンドパスフィルタ（フィルタ）21A、21B、21Cと、バンドパスフィルタ21A、21B、21Cを通過した信号を基準となる信号と比較し、その強度をレベル付けする比較器22A、22B、22Cと、解析部13と、データベース14と、出力部15とを備えている。

ここで、バンドパスフィルタ21A、21B、21Cは、歩行時にマイクロフォン10で採集される低周波帯域中の、異なる複数の周波数帯域に対して設定さ

れている。例えばバンドパスフィルタ 2 1 A はその中心周波数を 1 0 H z、バンドパスフィルタ 2 1 B は中心周波数を 2 0 H z、バンドパスフィルタ 2 1 C は中心周波数を 3 0 H z とした周波数帯域に設定されている。

【 0 0 3 4 】

このような構成の歩行検出装置では、歩行時にマイクロフォン 1 0 で音を採集すると、バンドパスフィルタ 2 1 A、2 1 B、2 1 C によって、歩行時特有の低周波帯域の信号が取り出され、比較器 2 2 A、2 2 B、2 2 C によって、信号のレベルが、例えば「信号検出無し」・「信号レベル弱」・「信号レベル強」の 3 段階にレベル付けされる。なお、これらのレベル付けは、比較器 2 2 A、2 2 B、2 2 C に設定されたしきい値を基準として決められる。

一方、データベース 1 4 には、予め、例えば図 1 0 に示すような歩行態様を識別するためのテーブルのデータが格納されている。この図 1 0 において、「－」は「信号検出無し」、「△」は「信号レベル弱」、「○」は「信号レベル強」を表している。

解析部 1 3 では、比較器 2 2 A、2 2 B、2 2 C でレベル付けされた各周波数帯域の信号と、図 1 0 に示したようなテーブルとを比較し、該当する歩行態様を特定する。

【 0 0 3 5 】

このような歩行検出装置では、図 1 に示した歩行検出装置に比較し、回路的・構造的にも、より簡易な処理で、上記と同様の歩行態様を検出することが可能となる。また、解析部 1 3 では、比較器 2 2 A、2 2 B、2 2 C のいずれか一つ以上で、「信号レベル弱」または「信号レベル強」とレベル付けされている場合、これを一步としてカウントすれば、これによって、歩数のカウントや歩行周期の検出等を行なうこともできる。

【 0 0 3 6 】

なお、上記第一の実施の形態において、図 6 や図 7 に示した処理で必要なパターン認識処理技術は、既存の技術等を適宜利用すれば良く、本実施の形態では主眼とするところではないのでその詳細な説明を省略している。

【 0 0 3 7 】

[第二の実施の形態：移動距離推定]

次に、上記第一の実施の形態に示した歩行検出技術を基にして、歩行者の移動距離を推定する歩行検出装置（歩行検出システム）について説明する。

図 1 1 に示すように、本実施の形態における歩行検出装置は、前記第一の実施の形態の歩行検出装置（図 1 参照）と同様、マイクロフォン 1 0 と、ローパスフィルタ 1 1、変換器 1 2、解析部 1 3、様々な歩行態様のデータを格納したデータベース 1 4、出力部 1 5 を備えている。

ここで、解析部 1 3 では、変換器 1 2 で変換された信号に基づき、スペクトログラムを生成するスペクトログラム処理部 3 1 と、上記第一の実施の形態の図 7 に示した処理と同様の処理を実行して歩行者の歩行を検出する歩行検出部 3 2 と、歩幅を推定する歩幅推定部 3 3 と、移動距離推定部 3 4 と、上記第一の実施の形態の図 8 に示した処理と同様の処理により、歩行者の歩行態様を検出する歩行態様検出部 3 5 と、歩行態様検出部 3 5 での検出結果に基づき歩行者の歩行態様を判定する歩行態様判定部 3 6 と、を備えている。

【 0 0 3 8 】

歩幅推定部 3 3 で歩幅を推定するには、歩行検出部 3 2 と歩行態様検出部 3 5 での検出結果に基づいた処理を行なう。

ここでの処理の一つの手法としては、歩行検出部 3 2 で歩行周波数を検出し、この歩行周波数と歩行者の身長とから歩幅を推定するものがある。

一般に、図 1 2 に示すように、歩行周波数（歩調）と歩行者の身長が、歩幅と相関することは知られている。この図 1 2 は、多数の被験者を対象に、歩行周波数と身長、歩幅の関係をプロットしたもので、全体として、これらが相関関係を有しているのは明らかである。

【 0 0 3 9 】

この場合、データベース 1 4 には、図 1 2 に示したような相関関係から得られる歩行周波数・歩行者の身長・歩幅の関係式（の係数）のデータを格納しておく。そして、歩行の検出に先立ち、設定メモリ 3 7 に歩行者の身長（さらには性別）を入力しておく。

歩幅を推定するには、図 1 3 のステップ S 4 0 1 に示すように、歩行検出部 3

2で検出された歩行周期と、設定メモリ37に設定された歩行者の身長に基づき、歩行モデルMを用いて歩幅1を予測する。この歩行モデルMは、例えば以下に示すような関係式によって表される。

$$\text{歩幅1 (cm)} = x1 \times \text{歩行周期 (step/min)} + x2 \times \text{身長 (cm)} + C$$

なお、上記関係式において、x1、x2、Cは、予めデータベース14に格納され、歩行態様毎に設定された係数および初期値である。

【0040】

そして、移動距離推定部34にて、このようにして得られた歩幅1と、歩行検出部32で検出された単位時間あたりの歩数sとを積算することにより、単位時間あたりの移動距離を推定することができる（ステップS402）。

【0041】

さらに、上記ステップS401にて、歩行モデルMの関係式の一例を挙げたがこれに限るものではない。例えば、踵が着地するときのエネルギーと、つま先を蹴り出す時のエネルギーの比に基づいて歩行モデルMの関係式を決めることもできる。

図14に示すものは、歩行時のエネルギー変化を表すもので、ここで、つま先を蹴り出すときのエネルギーである蹴り出しエネルギー E_1 は、歩行信号のピーク値である。また、踵を着地するときの踵着地エネルギー E_2 は、前記蹴り出しエネルギー E_1 に対応したピーク値の直前の極大値である。そして、踵着地エネルギー E_2 を蹴り出しエネルギー E_1 で除算したものが、着地・蹴り出しエネルギー比となる。

このようにして得た着地・蹴り出しエネルギー比と、歩行検出部32で検出された歩行周期と、設定メモリ37に設定された歩行者の身長に基づき、歩行モデルM'を用いて歩幅1を予測することができる。

この歩行モデルM'は、例えば以下に示すような関係式によって表される。

$$\begin{aligned} \text{歩幅1 (cm)} = & x1 \times \text{歩行周期 (step/min)} + x2 \times \text{身長 (cm)} \\ & + x3 \times \text{着地・蹴り出しエネルギー比} \end{aligned}$$

なお、上記関係式において、x1、x2、x3は、予めデータベース14に格納された歩行態様毎の係数である。

【0042】

また、歩幅推定部33で歩幅を推定する他の方法としては、踵やつま先部が着地する際の衝撃に由来する周波数強度の変化を利用するものがある。

人間の歩行態様では、早足で歩くと歩行周波数・歩幅ともに増加するが、意識して大股で歩くと、歩幅が変化するのみで歩行周波数そのものには変化が生じない。また、長距離移動時には、歩幅は身長と歩調によって決まるほぼ一定の定常値となるが、移動距離が短いときや、そのときの気分等によっては、歩幅は容易に変化する。

このような影響を回避するため、図2に示したように、予め通常歩行時における周波数強度を基準値としてデータベース14に記憶させておき、この基準値との比較により、踵やつま先部が着地する際の衝撃量の増減を検出し、歩幅の補正を行なう。

【0043】

図15は、上記のような処理の具体的な流れを示すものであり、まず、図13のステップS401と同様、歩行検出部32で検出された歩行周期と、設定メモリ37に設定された歩行者の身長に基づき、歩行モデルMまたはM'を用いて歩幅1を予測する（ステップS501）。

次いで 図7のステップS201～S202と同様にして得た時間と周波数の強度の関係式 $p(t, f)$ を、着地の衝撃を特徴的に抽出できる周波数帯域 B' に対して積分し、着地の衝撃 L_B' を得る（ステップS502）。ここで、関係式 $p(t, f)$ を積分して得られるものは、周波数帯域 B' におけるスペクトログラムの信号の占有率（面積）である。

予めデータベース14に格納されたテーブルあるいは関係式に基づき、この衝撃 L_B' から、歩幅の補正值 $\Delta 1$ を算出する（ステップS503）。そして、この歩幅の補正值 $\Delta 1$ を用い、移動距離 $(1 \times s + \Delta 1)$ を得る（ステップS504）。

このようにして、スペクトログラムの周波数強度から歩幅の補正を行なうこともできるのである。

【0044】

さらに、歩幅推定部 3 3 で歩幅を推定する他の方法としては、つま先部の蹴り出し時とつま先の着地時の周波数強度を利用するものがある。すなわち、同一の歩調で歩いていても、つま先の蹴り出し強度によって歩幅は異なってくる。このため、つま先の着地と蹴り出しに応じて発生する例えば 1 0 ~ 1 6 H z 前後の周波数帯域の強度に応じ、予めデータベース 1 4 に記憶しておいた補強者の周波数強度の基準値や、今までの歩行履歴データの比較により、歩幅の補正を行なう。

【 0 0 4 5 】

図 1 6 は、このような処理の流れを示すもので、図 1 5 のステップ S 5 0 1 から S 5 0 3 と同様、歩行検出部 3 2 で検出された歩行周期と、設定メモリ 3 7 に設定された歩行者の身長に基づき、歩行モデル M または M' を用いて歩幅 l を予測した後（ステップ S 6 0 1）、時間と周波数の強度の関係式 $p(t, f)$ を、着地の衝撃を特徴的に抽出できる周波数帯域 B' に対して積分し、着地の衝撃 L_B' を得る（ステップ S 6 0 2）。さらに、予めデータベース 1 4 に格納されたテーブルあるいは関係式に基づき、この衝撃 L_B' から、歩幅の補正值 Δl を算出する（ステップ S 6 0 3）。

この後、解析部 1 3 にて、予め決められた低周波数帯域 f（例えば 0 ~ 4 0 H z）について、関係式 $p(t, f)$ の特徴を抽出する（ステップ S 6 0 4）

そして、データベース 1 4 に格納された、周波数強度の特徴パターンデータと、歩行者の基準値、歩行履歴データから、歩幅の補正值 h を取得する（ステップ S 6 0 5）。

しかる後は、この補正值 h を用い、移動距離 $(l \times s + \Delta l + h)$ を得ることができる（ステップ S 6 0 6）。

【 0 0 4 6 】

このようにして、歩行検出装置で検出した歩行周期と歩行者の身長とから歩幅を推定することができ、さらには、歩行時に検出される信号から、より高精度な歩幅の推定を行なうことができる。また、歩行周期は、2 歩目以降であれば検出することが可能であり、しかも歩調の変化もリアルタイムで捕捉することもできるので、歩幅の予測を高精度で行なうことができる。

このような歩行検出装置で推定した歩幅は、例えばナビゲーション装置におけ

る位置補正や自律航法のデータとして利用することができる。したがって、このような歩行検出装置は、ナビゲーション装置に接続したり内蔵したりするのが好ましい。

【 0 0 4 7 】

[第三の実施の形態：個人認証]

次に、上記第一の実施の形態と同様にして歩行を検出し、その歩行態様（歩紋）によって歩行者を識別する歩行検出装置（歩行検出システム）について説明する。

図 1 7 に示すように、本実施の形態における歩行検出装置は、前記第一の実施の形態の歩行検出装置（図 1 参照）と同様、マイクロフォン 1 0 と、ローパスフィルタ 1 1、変換器 1 2、解析部 1 3、歩行態様のデータを格納したデータベース（データ格納部） 1 4 A、1 4 B、出力部 1 5 を備えている。

ここで、解析部 1 3 では、変換器 1 2 で変換された信号に基づき、スペクトログラムを生成するスペクトログラム処理部 4 1 と、上記第一の実施の形態の図 7 に示した処理と同様の処理を実行して歩行者の歩行を検出する歩行検出部 4 2 と、検出した歩行から歩調の特徴を抽出する歩調特徴抽出部 4 3 と、スペクトログラムに基づき、時間・周波数・強度の特徴を抽出するスペクトログラム特徴抽出部 4 4 と、歩調特徴抽出部 4 3 およびスペクトログラム特徴抽出部 4 4 で抽出した特徴のデータをデータベース 1 4 A、1 4 B に格納されたデータに照合し、判定処理を行なう特徴データ照合部 4 5 と、を備えている。

【 0 0 4 8 】

そして、データベース 1 4 A、1 4 B には、予め歩行者の個人特徴データを格納しておく。これには、登録する歩行者が一定時間歩行したときに、当該歩行検出装置の歩調特徴抽出部 4 3 およびスペクトログラム特徴抽出部 4 4 で抽出した特徴のデータを格納すれば良い。このとき、格納する特徴のデータに、例えば歩行者を識別するための氏名や番号等のデータを関連付けるのが好ましい。また、スペクトログラムからの特徴の抽出には、音声認識の技術を応用することも可能である。

データベース 1 4 A には、歩行の際の信号の時間・周波数・強度が描くパター

ンの特徴が、個人毎に格納されている。歩行の際には、歩き方の特徴や、骨格・関節・筋肉等の体型により、声と同様、個人固有の特徴がある。これにより、足底面の対地運動によりスペクトログラム処理部 4 1 で生成されるスペクトログラムには、図 4 に示したように個人毎に違いが現れるので、スペクトログラムの時間・周波数・強度を解析し、時間・周波数・強度が描くパターンの特徴をデータ化することによってデータベース 1 4 A に格納するのである。

また、データベース 1 4 B には、歩行者個人特有の歩行リズムの特徴が格納されている。すなわち、歩行時における、左右それぞれの対地運動時間（図 2 の（イ）、（ウ））と、ギャップ時間（図 2 の（エ）、（オ））のデータが、個人特有の歩行リズムのデータとしてデータベース 1 4 B に格納されている。

【 0 0 4 9 】

図 1 8 に示すように、このような歩行検出装置では、歩行者が歩行したときに生じる低周波領域の成分をマイクロフォン 1 0 で採集し、得られた信号 $w(t)$ から、ローパスフィルタ 1 1 によって所定周波数以上の信号、つまり通常の音声信号を除去し、信号 $w'(t)$ を得る（ステップ S 7 0 1）。

次いで、解析部 1 3 では、スペクトログラム処理部 4 1 で、信号 $w'(t)$ からスペクトログラムを生成した後、スペクトログラム特徴抽出部 4 4 で、スペクトログラムから時間・周波数・強度の特徴を抽出する。このときには、図 8 のステップ S 3 0 1 と同様、時間と周波数の強度の関数式 $p(t, f)$ から、歩行の特徴を抽出してもよい。

これと並行して、歩行検出部 4 2 で上記第一の実施の形態の図 7 に示した処理と同様の処理を実行して歩行者の歩行を検出し、歩調特徴抽出部 4 3 にて、検出した歩行から対地運動時間（図 2 の（イ）、（ウ））、ギャップ時間（図 2 の（エ）、（オ））のデータを得ることにより、歩調の特徴を抽出する（ステップ S 7 0 2）。

【 0 0 5 0 】

そして、特徴データ照合部 4 5 で、歩調特徴抽出部 4 3 およびスペクトログラム特徴抽出部 4 4 で抽出した特徴のデータを、データベース 1 4 A、1 4 B に格納されたデータに照合し、該当するデータがあるか否かを判定する（ステップ S

703)。

その結果、該当するデータが存在すれば、その歩行者は、予め登録された歩行者であると判定し、その歩行者（個人）を特定する（ステップS704）。一方、該当するデータが存在しなければ、その歩行者は登録されていない歩行者であると判定する。しかる後、出力部15には、歩行者の認識結果のデータが出力される。

【0051】

このようにして、本実施の形態の歩行検出装置では、マイクロフォン10で採集した歩行時の低周波領域の成分に基づき、歩行者の認識を行なうことができる。このとき、予め登録された歩行者であるか否かを判定することができるので、例えば個人認証に用いることもできる。

具体例を挙げれば、例えば携帯型電話端末や無線機等、マイクロフォン10を有した携帯型の装置に、本実施の歩行検出装置を組み込み、マイクロフォン10から採集した歩行時の振動（音）により、この装置を持ち歩いている者が予め登録された正規のユーザであるか否かを判定することができる。さらには、正規のユーザではないと判定された場合、携帯型電話端末や無線機を全く使用できない状態としたり、発信不可能な状態としたり、あるいは所定の信号を出力して、正規以外のユーザが所有していることを外部に自動的に通知したりすることも可能である。これらのことを実現するには、その内容に応じたプログラムを組み込めば良い。

【0052】

さて、図19の（a）および（b）は、上記各実施の形態で示したような歩行検出装置としてのデバイスの具体例を示すものである。

図19（a）は、ユーザの腕に装着可能な腕時計（歩行検出装置、デバイス）50であり、この腕時計50には、その外表面にマイクロフォン10と、出力部15としての表示画面（出力部、表示部）51が設けられている。そして、図1に示したローパスフィルタ11、変換器12、解析部13、データベース14、あるいは図9に示したバンドパスフィルタ21A、21B、21C、比較器22A、22B、22C、解析部13、データベース14等は、腕時計50の筐体5

2に内蔵されている。また、筐体52の表面には、腕時計50の各種操作を行なうための操作部が設けられている。

このような腕時計50は、筐体52内に、腕時計50の時計機能を司るクロック部、表示画面51での表示を制御する表示制御部等（いずれも図示無し）を内蔵しており、クロック部で発生した時刻が表示画面51に表示されるようになっている。なおここで、解析部13で歩行周期等を検出するために必要な単位時間の情報をクロック部から得ることもできる。

【0053】

このような腕時計50によれば、上記したようにして、歩行の検出を行なうことができる。なお、その検出内容は、歩数のみの検出として、いわゆる万歩計機能を付加させるようにしても良いし、それ以外の歩行周期等を検出しても良い。そして、検出された情報は、表示画面51に文字等で表示させることができる。

さらに、加速度センサやジャイロセンサ、振動子等が不要であるため、腕時計50の大型化を防ぐことができる。また、マイクロフォン10で採集する振動（音）によって歩行を検出するので、歩行者へのセット状態が従来のように制限されることも無く、歩行時の振動（音）を拾えるよう、歩行者の体に腕時計50を近接させていけばよい。つまり、腕時計50を腕に装着したままでも良いのである。

【0054】

図19（b）は、携帯型電話端末（歩行検出装置、デバイス）60であり、その外表面には、マイクロフォン10と、出力部15としての表示画面（出力部、表示部）61が設けられている。そして、図1に示したローパスフィルタ11、変換器12、解析部13、データベース14、あるいは図9に示したバンドパスフィルタ21A、21B、21C、比較器22A、22B、22C、解析部13、データベース14等は、携帯型電話端末60の筐体62に内蔵されている。

また、筐体62には、携帯型電話端末60を操作するための操作部63と、電波を送受信するアンテナ64と、音声を出力するスピーカ65と、を備えている。さらに、筐体62には、電話通信機能を司るため、アンテナ64で送受信する電波を符号化・復号化するデータ変換部、データを音声に変換する音声変換部、

携帯型電話端末60の全体を制御する制御部（いずれも図示無し）を備えている。このような携帯型電話端末60は、例えば歩行者等のベルト等の着衣に装着されることが好ましい。

【0055】

このような携帯型電話端末60においても、歩行の検出を行ない、歩数や歩行周期等を検出し、表示画面61に文字等で表示させることができる。さらに、携帯型電話端末60の場合、通話用のマイクロフォン10が元々備わっているため、新たにマイクロフォン10を追加する必要もない。したがって、携帯型電話端末60の大型化を抑えることができ、低コストで歩行検出機能を追加して、その付加価値を高めることができる。

【0056】

なお、上記した各実施の形態において、歩行検出装置はいかなる装置形態であっても良い。例えば、マイクロフォン10と、解析部13と、出力部15は必ずしも一体である必要はない。例えば、検出対象となる歩行者にマイクロフォン10にセットしさえすれば、マイクロフォン10で採集した振動（音）の信号を、接続コードや、電波・赤外線等の無線通信手段等によって解析部13側に送信することもできる。この場合、携帯型電話端末等のマイクロフォン10で歩行者の歩行時に発する振動（音）を採集し、これを携帯型電話端末の通信機能を用いて公衆電話回線等を介して他所にセットされた解析部13に送信するような形態も考えられる。また、マイクロフォン10と解析部13を歩行者にセットし、得られたデータを、接続コードや、電波・赤外線等の無線通信手段等によって、出力部15に送信してデータを出力させることもできる。

このような形態のシステムは、例えば医療機関等において患者にマイクロフォン10をセットし、患者（歩行者）の歩行音を医者等が分析する場合に有効である。従来、医療機関等で患者の歩行データを採集する場合には、感圧マットを敷いたり、靴底に感圧マットを仕込む等した構成の装置を用いていたが、これでは患者は歩行する場所を制限される。これに対し、上記のような構成を採用すれば、患者は歩行する場所を制限されることもない。

また、バイオメトリクスの分野で、個人や動物等の個体の歩行に伴う動的な識

別を行なう場合にも、このような形態のシステムは有効に用いられる。

【 0 0 5 7 】

また、このような歩行検出装置、あるいは歩行検出装置のマイクロフォン等は、上記具体例として示した腕時計 5 0 や携帯型電話端末 6 0 に限らず、他の携帯型デバイスとすることもできる。例えば、時計機能を有さない腕時計型の万歩計等とすることもできる。

これ以外にも、本発明の主旨を逸脱しない範囲内であれば、いかなる構成の変更・追加・削除を行なっても何ら支障を生じるものではない。

【 0 0 5 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、低周波領域の振動（音）を採集し、これを解析することにより、歩行者の歩行を高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第一の実施の形態における歩行検出装置の構成を示す図である。

【図 2】 歩行者が歩行したときに連続的に得られる信号から得たスペクトログラムの例である。

【図 3】 図 2 のようなスペクトログラムを 3 次元的に表現した図である。

【図 4】 複数の歩行者のスペクトログラムを比較する図である。

【図 5】 同一の歩行者の様々な歩行態様におけるスペクトログラムを示す図である。

【図 6】 歩数を検出するときの処理の流れを示す図である。

【図 7】 歩数を検出するときの他の処理の流れを示す図である。

【図 8】 歩行態様を推定するときの処理の流れを示す図である。

【図 9】 歩行検出装置の他の一例を示す図である。

【図 1 0】 図 9 に示した歩行検出装置で用いる判断テーブルの一例である。

【図 1 1】 第二の実施の形態における歩行検出装置の構成を示す図である。

【図 1 2】 歩行周波数・歩幅・身長的相关関係を示すデータ分布図である。

【図 1 3】 移動距離を推定するときの処理の流れを示す図である。

【図 1 4】 歩行時のエネルギー変化を表す図である。

【図 1 5】 移動距離を推定するときの他の処理の流れを示す図である。

【図 1 6】 移動距離を推定するときのさらに他の処理の流れを示す図である。

【図 1 7】 第三の実施の形態における歩行検出装置の構成を示す図である。

【図 1 8】 個人認証を行なうときの処理の流れを示す図である。

【図 1 9】 歩行検出装置としての具体的なデバイスの例を示す図であり、
(a) は腕時計、(b) は携帯型電話端末である。

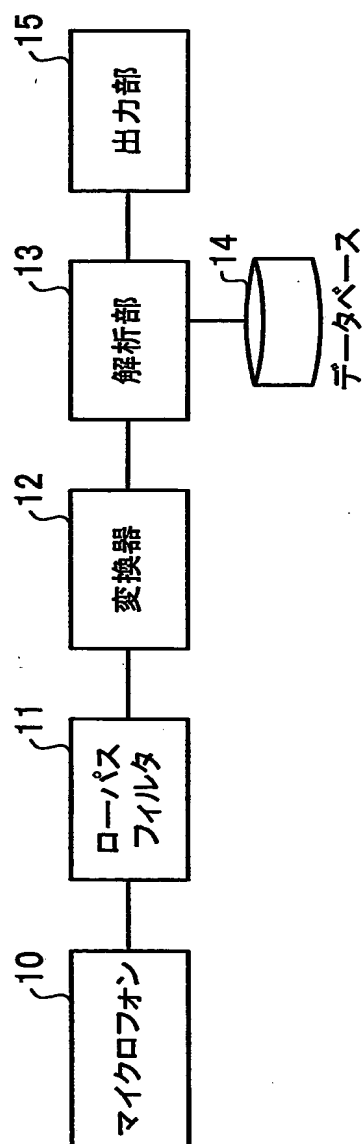
【符号の説明】

1 0 …マイクロフォン、1 1 …ローパスフィルタ、1 3 …解析部（検出部）、1 4、1 4 A、1 4 B …データベース（データ格納部）、1 5 …出力部、2 1 A、2 1 B、2 1 C …バンドパスフィルタ（フィルタ）、3 1、4 1 …スペクトログラム処理部、3 2、4 2 …歩行検出部、3 3 …歩幅推定部、3 4 …移動距離推定部、3 6 …歩行態様判定部、4 3 …歩調特徴抽出部、4 4 …スペクトログラム特徴抽出部、4 5 …特徴データ照合部、5 0 …腕時計（歩行検出装置、デバイス）、5 1、6 1 …表示画面（出力部、表示部）、6 0 …携帯型電話端末（歩行検出装置、デバイス）

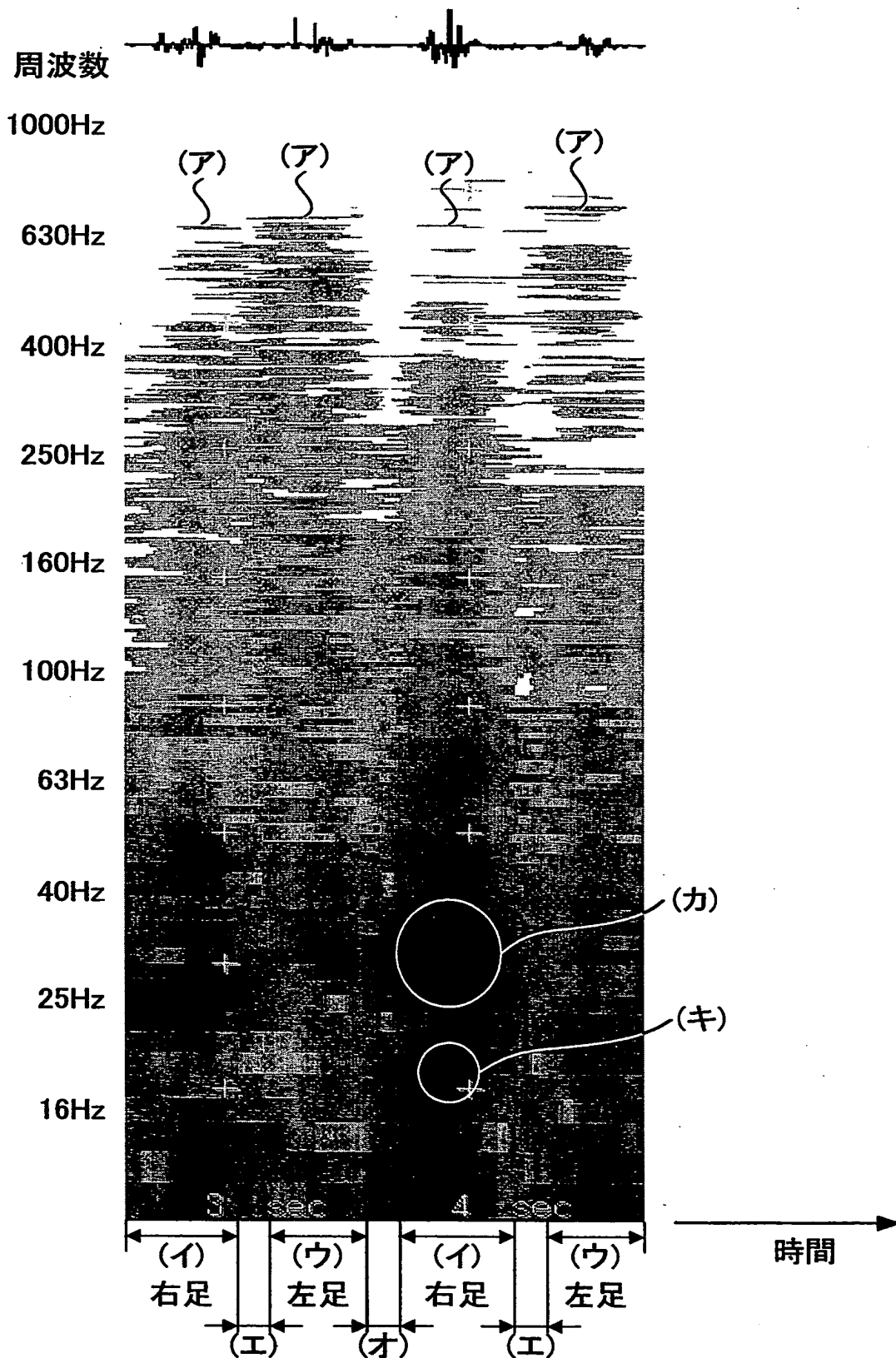
【書類名】

図面

【図 1】

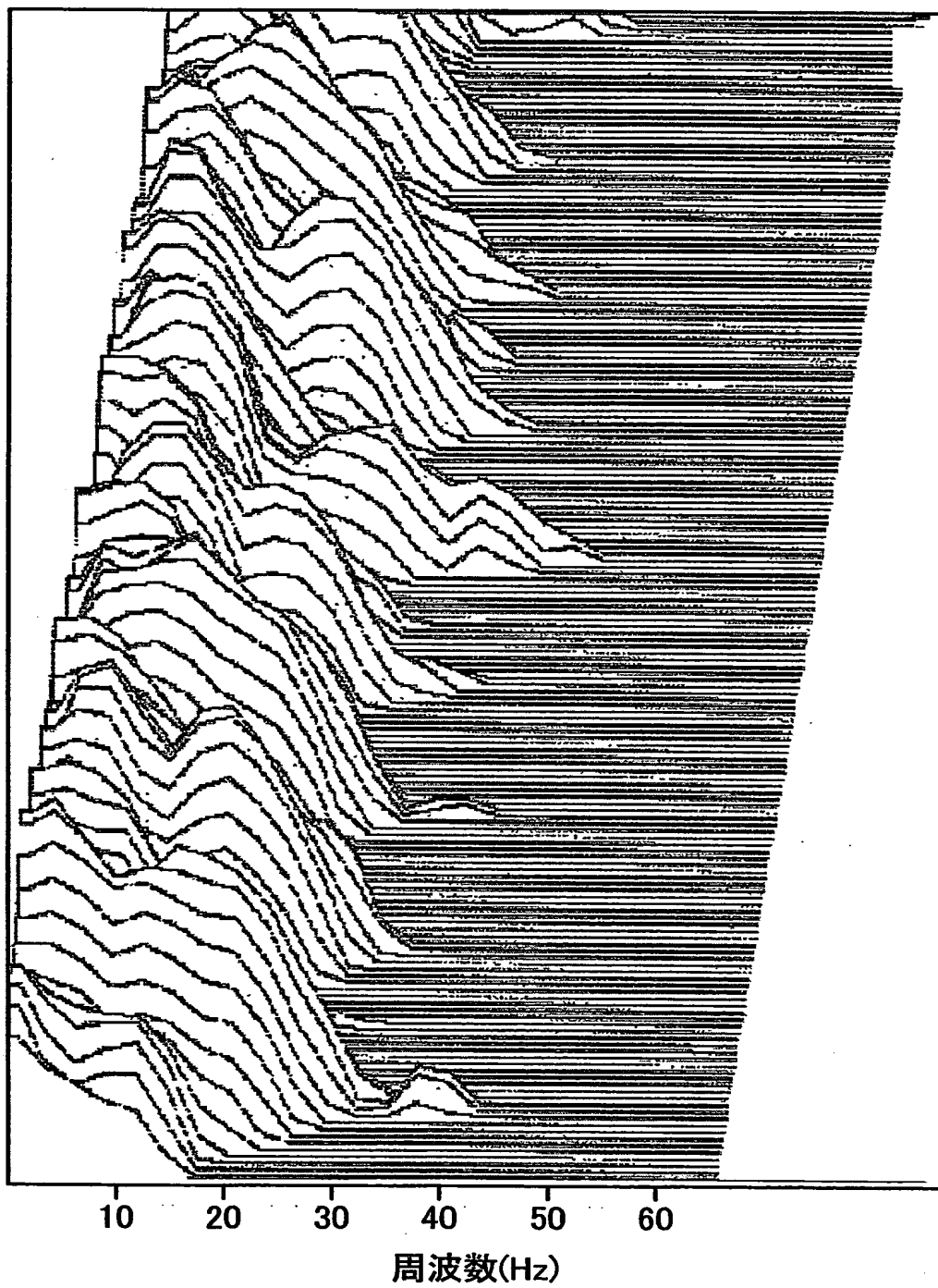


【図 2】

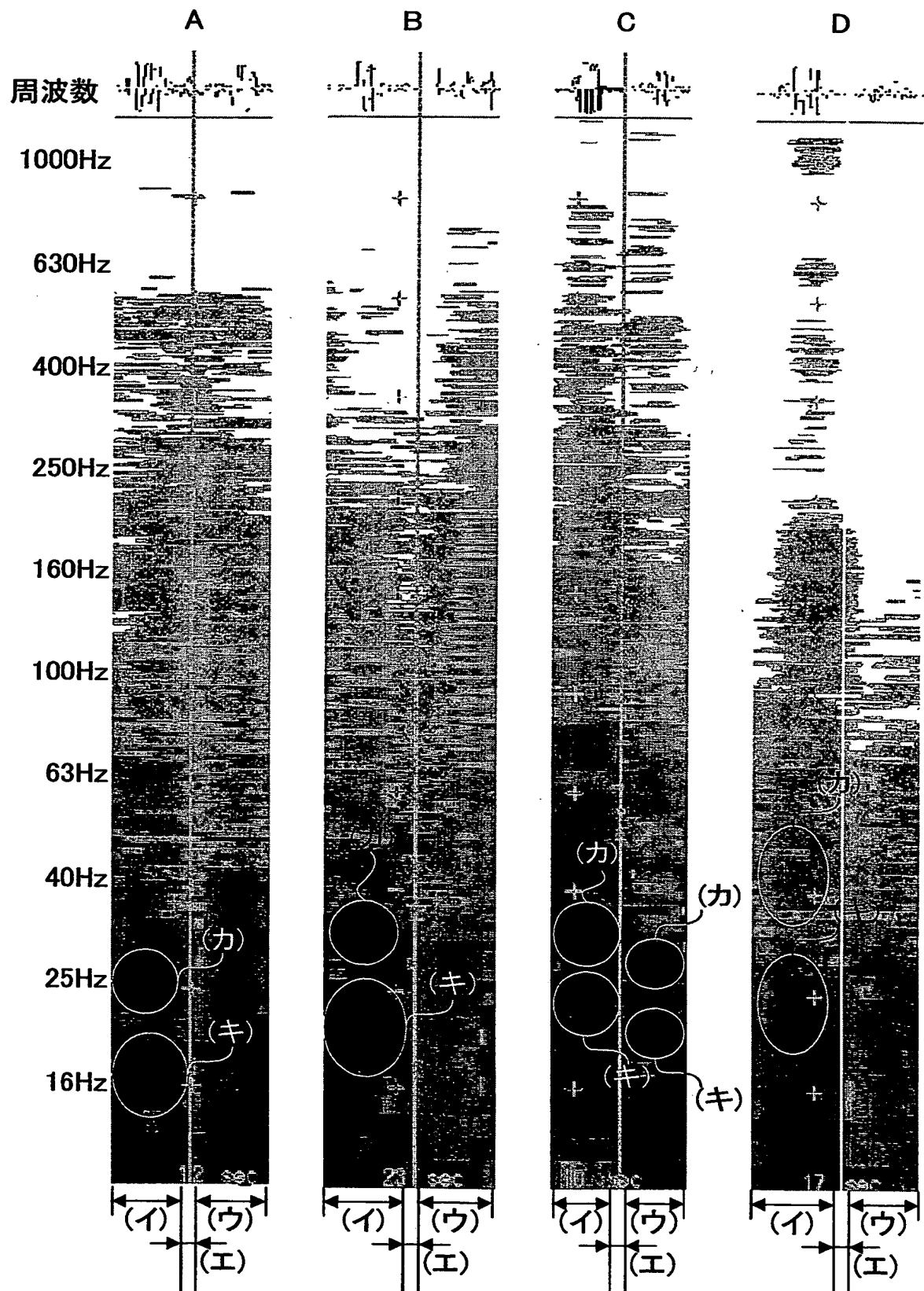


【図3】

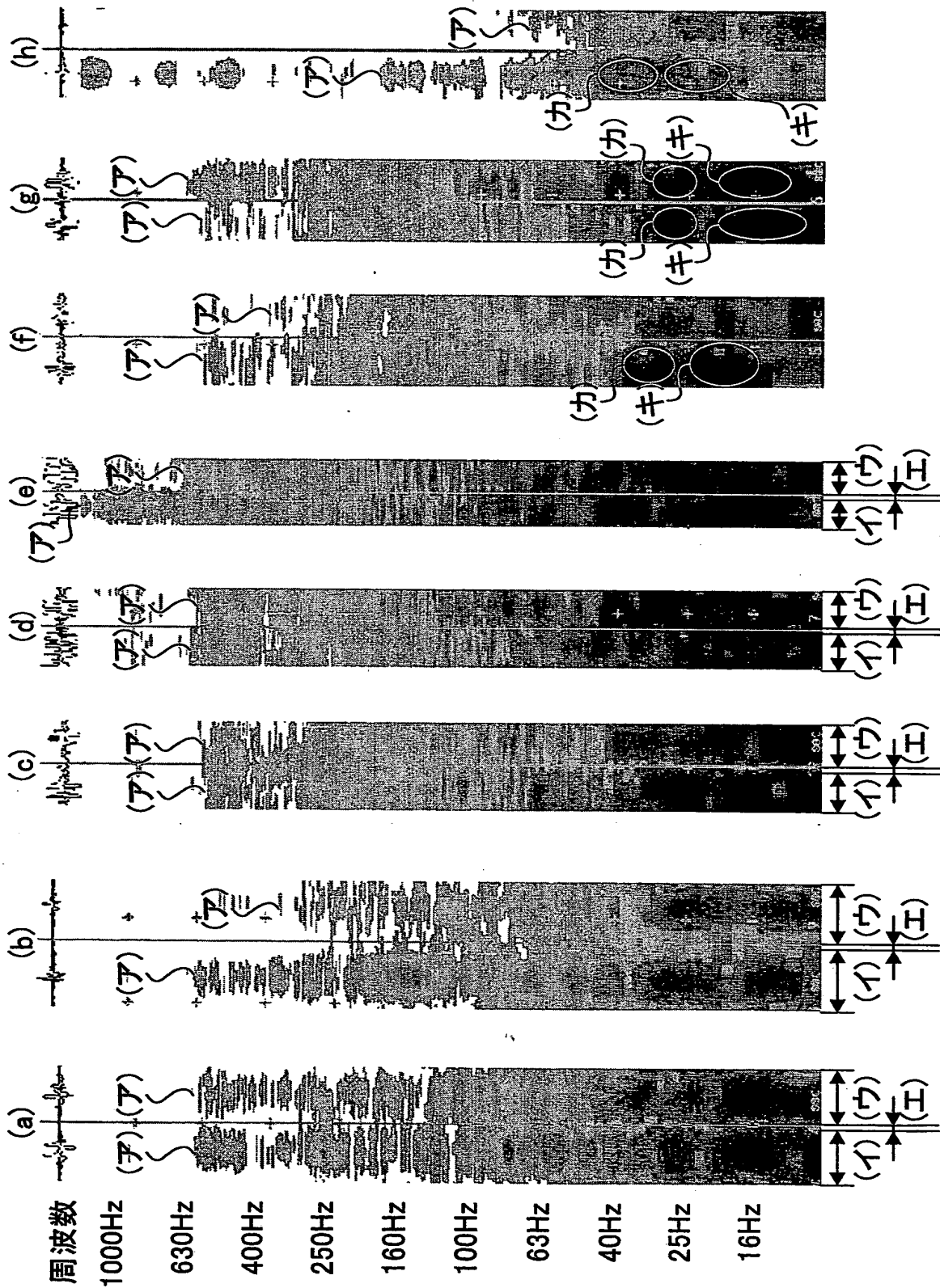
時間



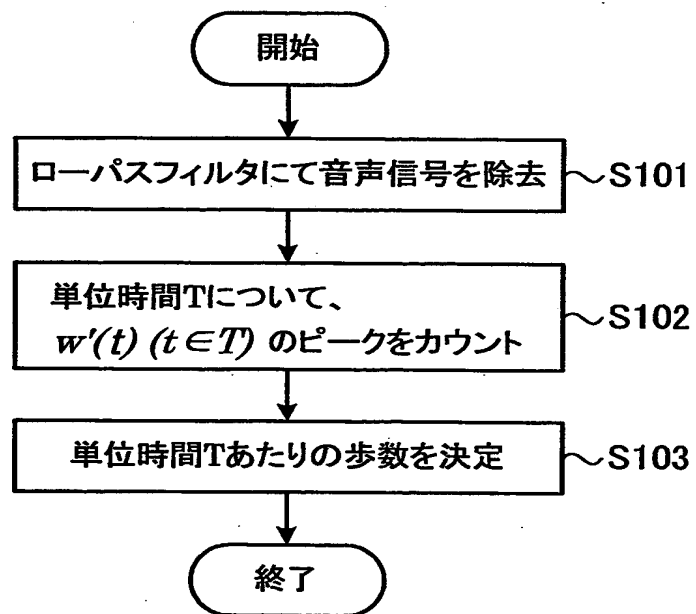
【図 4】



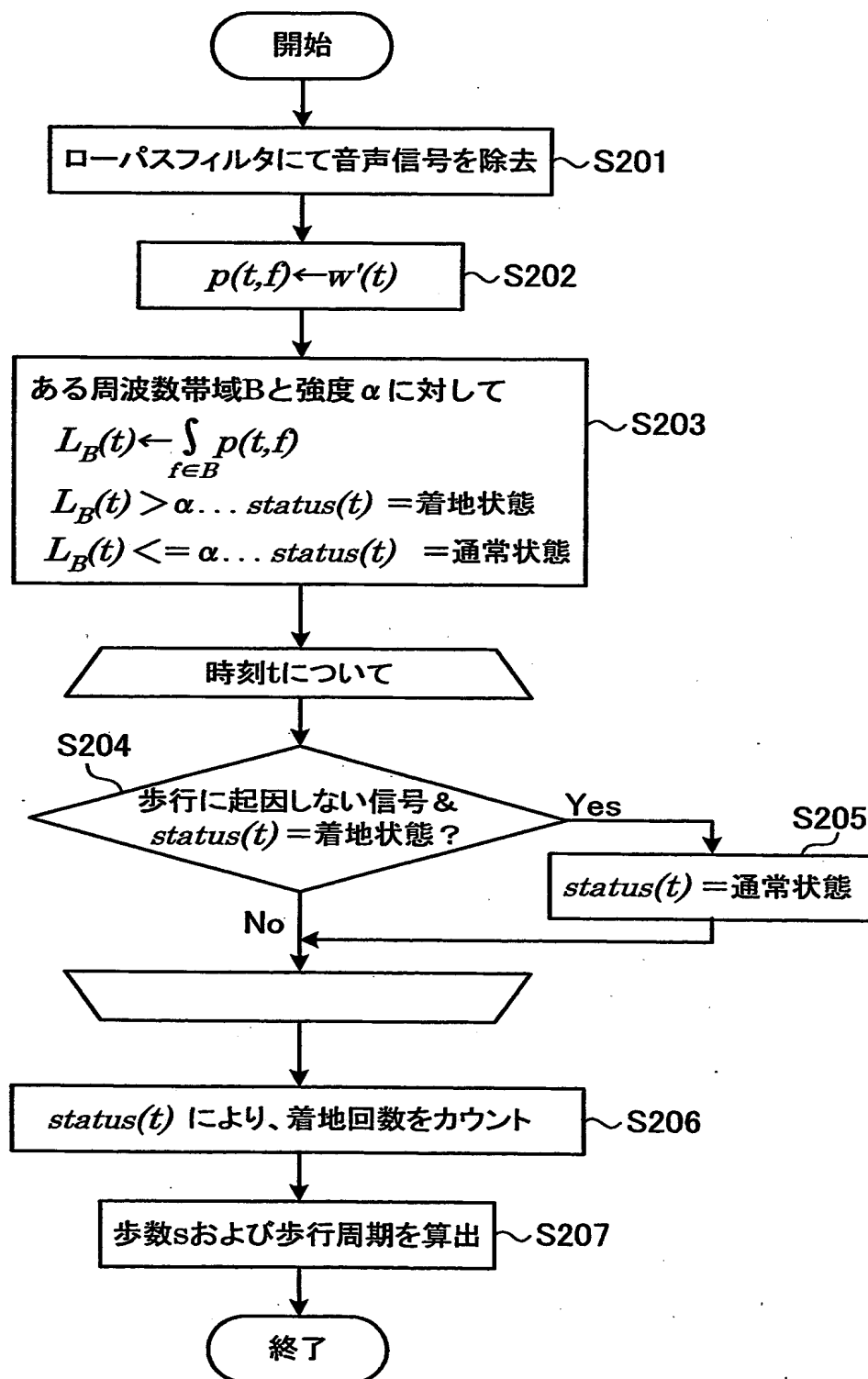
【図 5】



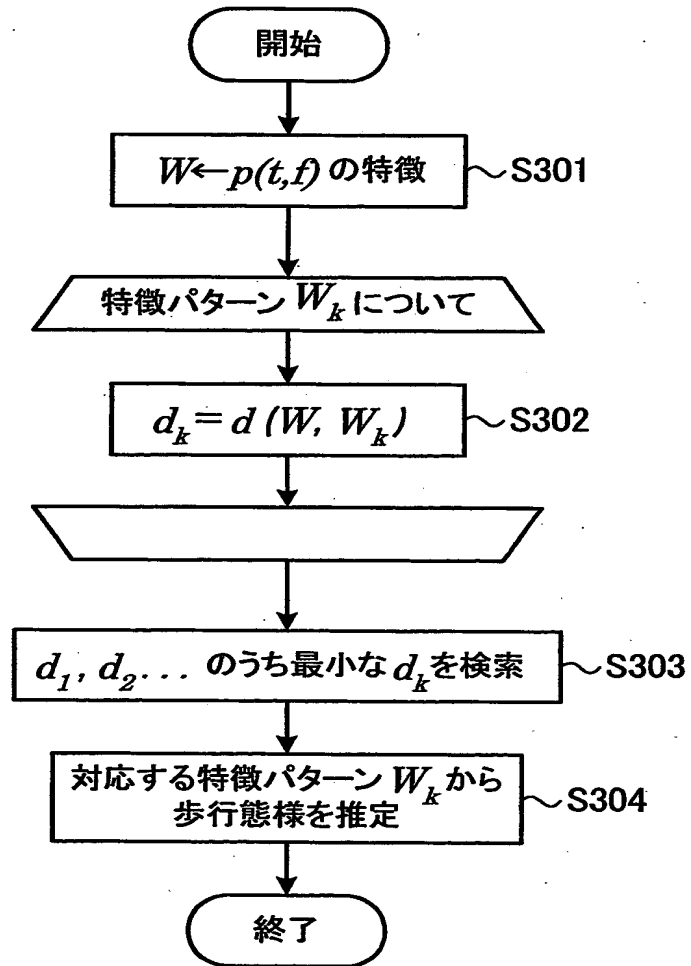
【図6】



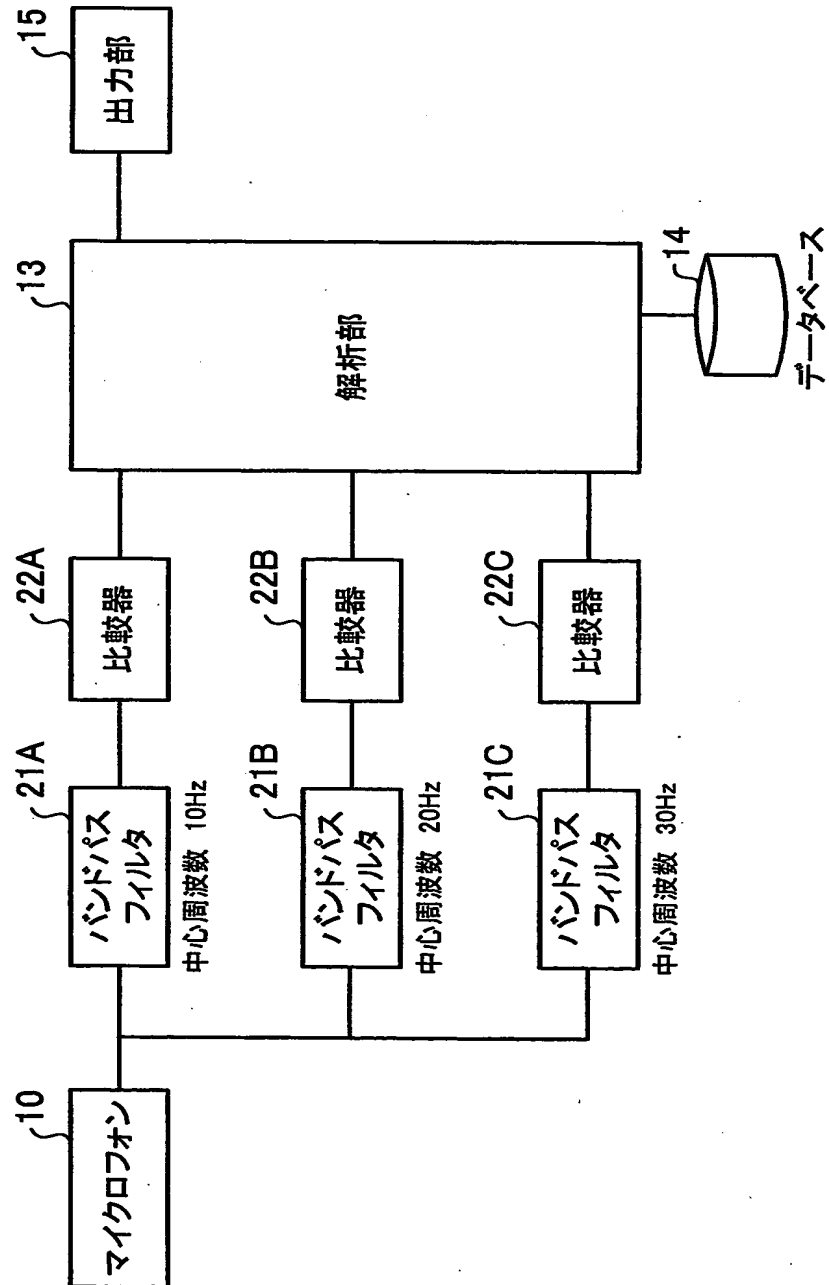
【図 7】



【図 8】



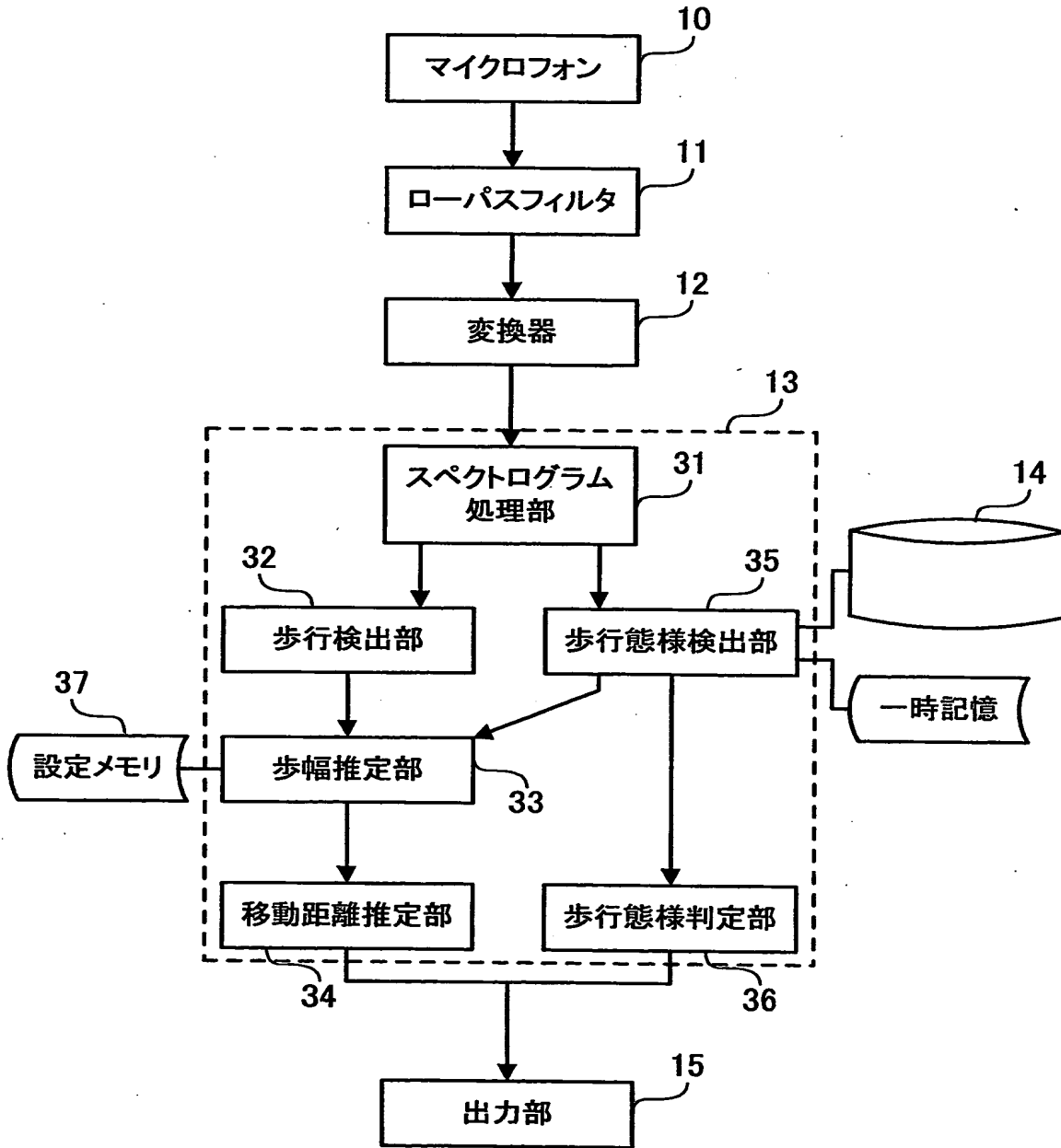
【図9】



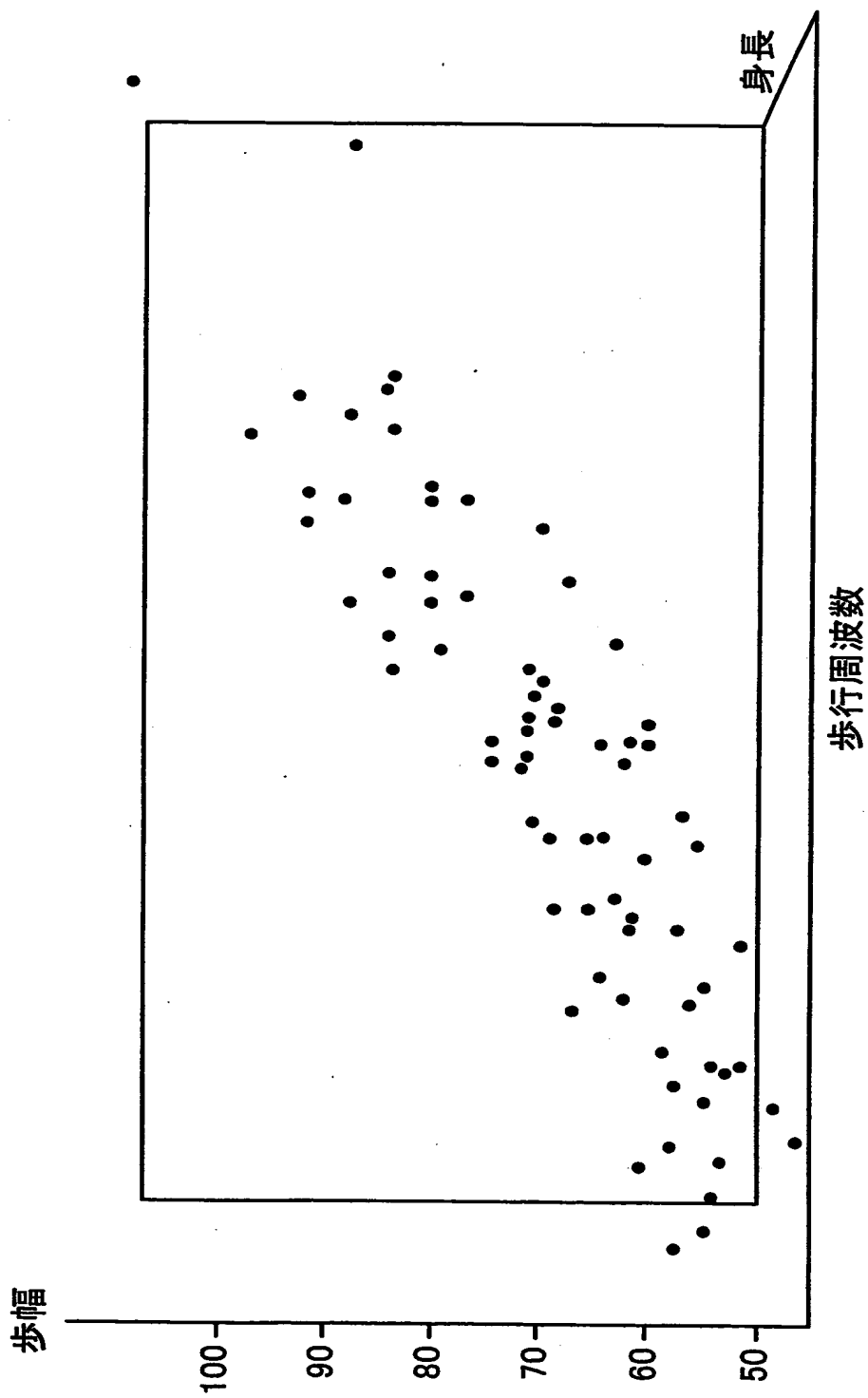
【図 1.0】

	0Hz	16Hz	25Hz	40Hz	63Hz	100Hz
普通歩き 右足	○	○	○	○	-	-
普通歩き 左足	○	○	△	-	-	-
階段上り 右足	-	△	△	△	-	-
階段上り 左足	△	△	-	-	-	-
階段下り 右足	○	○	-	△	-	-
階段下り 左足	△	△	○	△	-	-
電車内立ち状態	-	-	-	-	-	-

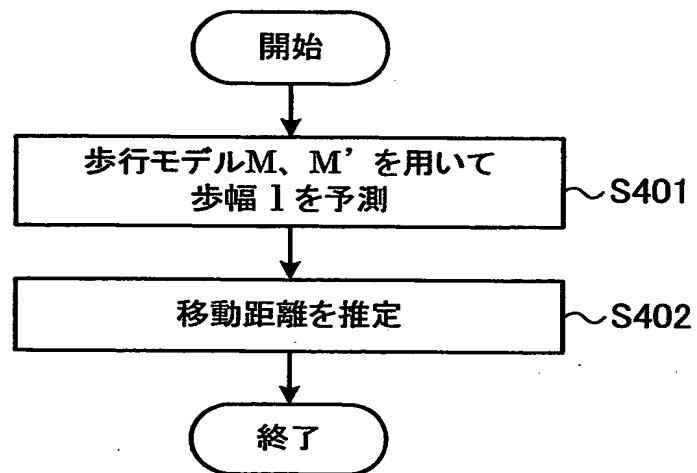
【図 1 1】



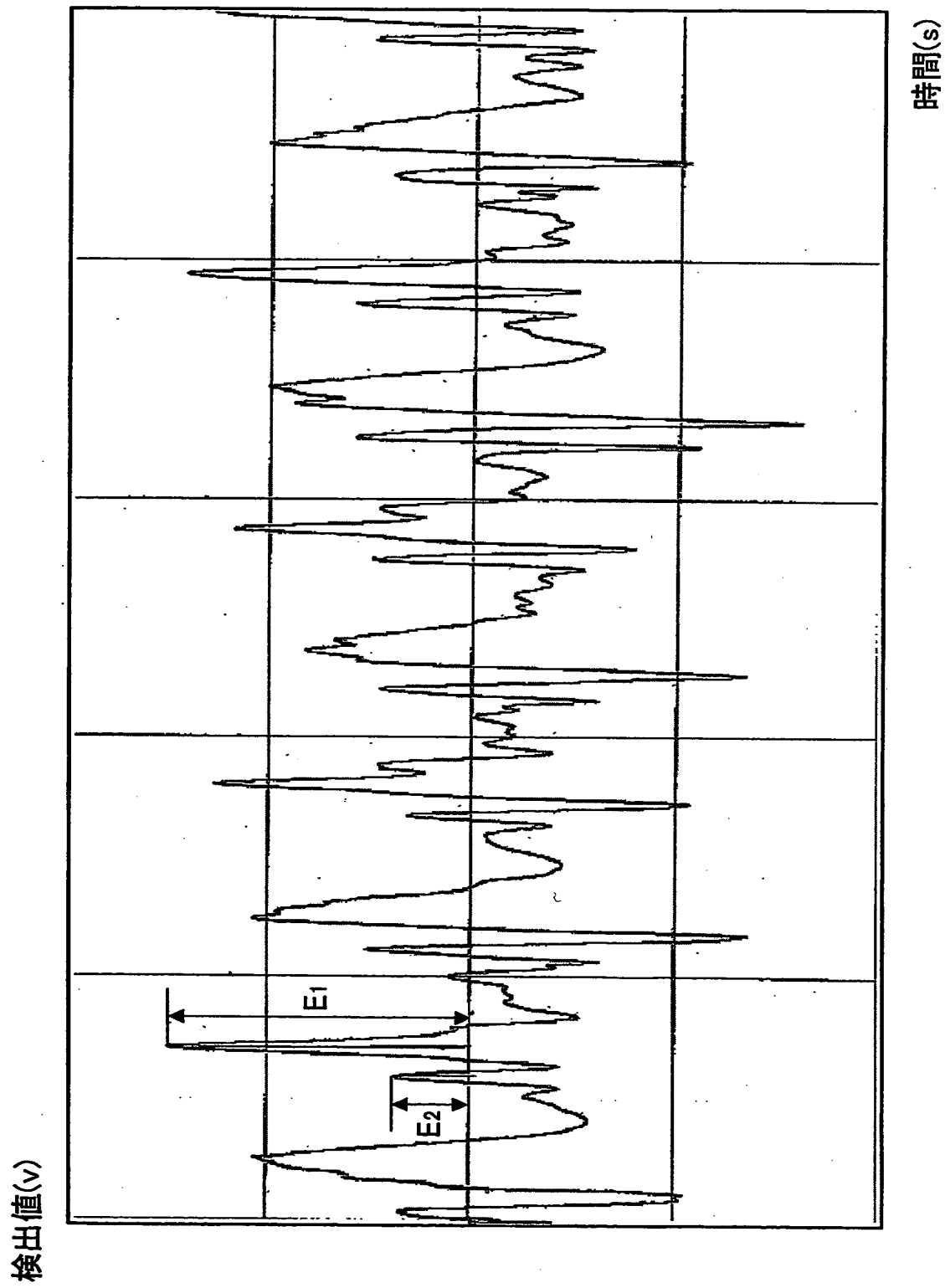
【図 12】



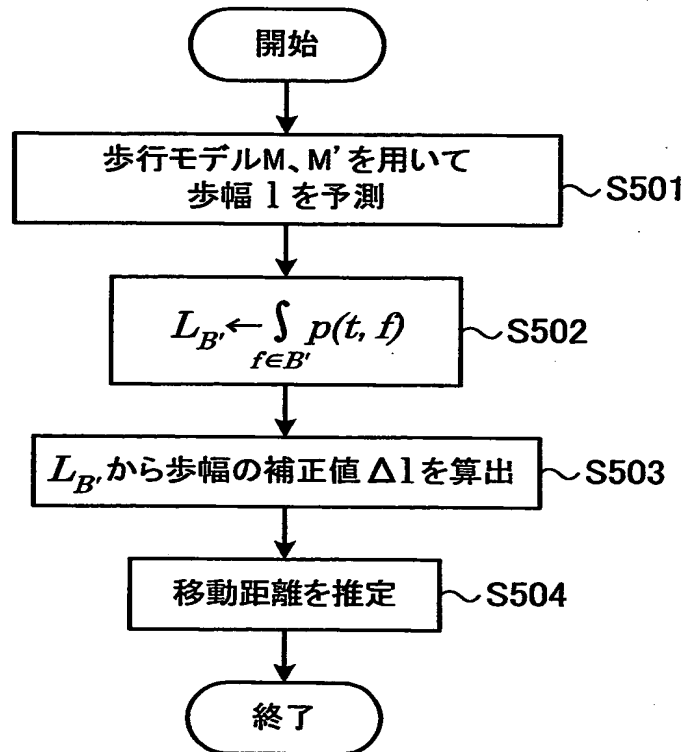
【図 1 3】



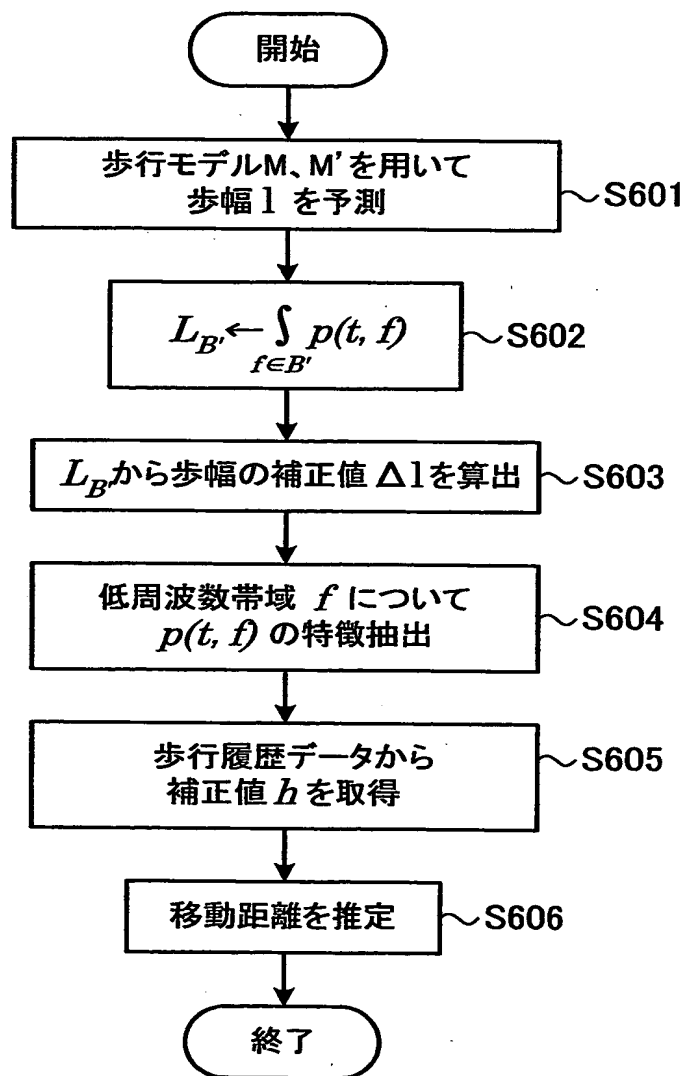
【図 14】



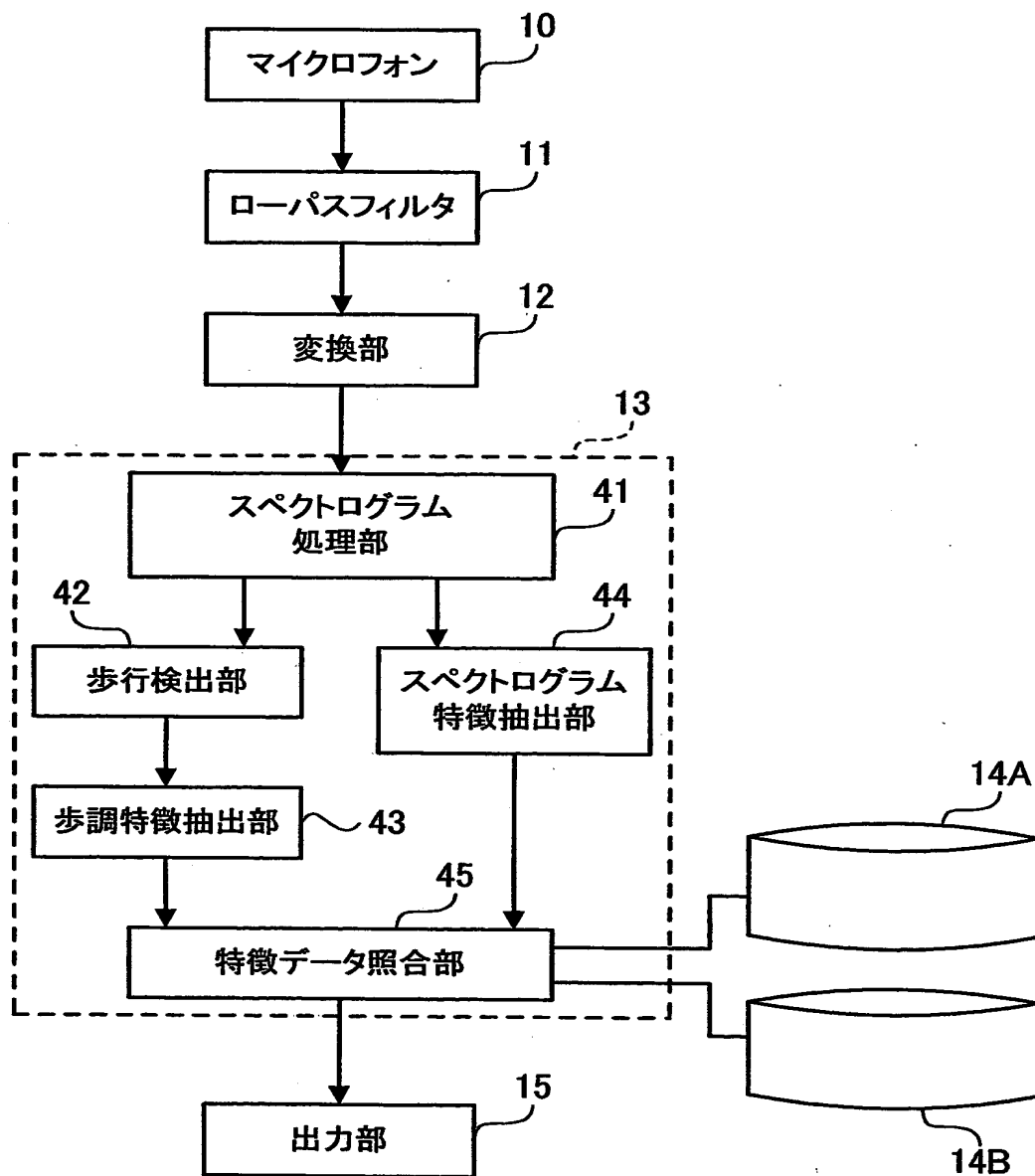
【図 15】



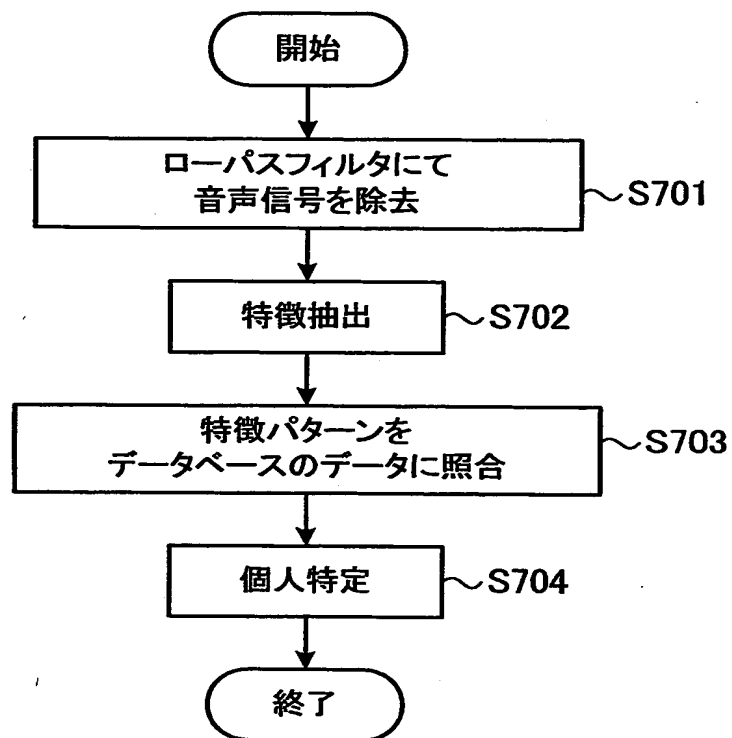
【図 16】



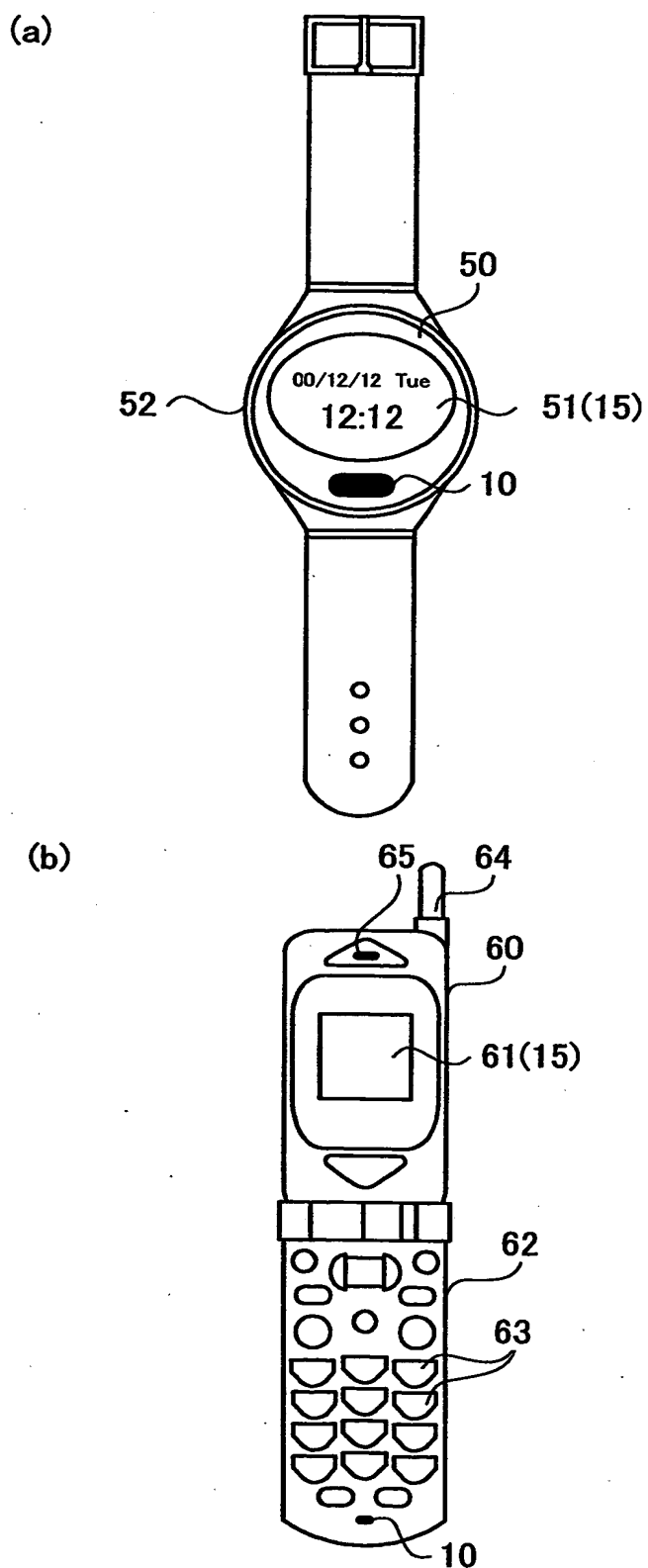
【図 17】



【図 1 8】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 歩行を高精度で検出することができ、しかも装置の大型化を抑えることのできる歩行検出システム、歩行検出装置、デバイス、歩行検出方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 マイクロフォン 1 0 で、歩行時に歩行者の体内を伝わってくる低周波帯域の音を採集し、解析部 1 3 で解析を行なうことにより歩行の検出を行なう。また、このときに得られる足底部の対地運動時間や信号強度等から、歩行態様を識別することも可能である。また、歩行検出装置では、検出した歩行周期と歩行者の身長、および歩行時に検出される信号から、高精度な歩幅の推定を行なうこともできる。さらに、マイクロフォン 1 0 で採集した歩行時の低周波領域の音に基づき、歩行者の認識を行なうこともできる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社